Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool. 68(2):237-252. 1997

OBSERVACIONES SOBRE EL ZOOPLANCTON DE LA ZONA ARRECIFAL DE MAHAHUAL, QUINTANA ROO (MAR CARIBE MEXICANO)

IVÁN A. CASTELLANOS OSORIO*
EDUARDO SUÁREZ-MORALES*

RESUMEN

Se identificó un total de 30 grupos faunísticos en el zooplancton de la zona arrecifal de Mahahual, Quintana Roo, durante recolectas matutinas y vespertinas, del 30 de diciembre de 1990 al 2 de enero de 1991. Las mayores biomasas se registraron en la laguna arrecifal (76.88 mg/m^3) y las menores (43 mg/m^3) en las zonas de canal. El grupo más abundante fue el de los copépodos, que representaron el 42.71% del total del zooplancton; le siguieron las larvas de decápodos (15.04%) y los huevos y larvas de pez (10.11%). Los copépodos y el ictioplancton fueron los más abundantes en el arrecife anterior (45.49 y 10%, respectivamente). En la laguna arrecifal se encontraron las máximas densidades del zooplancton demersal y del meroplancton. Se observó un notable incremento de varios grupos epibénticos durante los muestreos vespertinos; este comportamiento podría estar relacionado con estrategias reproductivas y de dispersión, y con la alimentación y protección. En general, se encontró que existen diferencias notables en la comunidad que habita la laguna arrecifal y la del arrecife anterior; la zona de los canales se considera de transición.

Palabras clave: zooplancton, Mar Caribe, arrecife

ABSTRACT

A total of 30 groups of zooplankton were identified at Mahahual reef during morning and dusk samplings from December 30, 1990 through January 2, 1991. Highest biomass values were recorded within the reef lagoon (76.88 mg/m^3), and the lowest (43 mg/m^3) in the channel zones. Copepods were the most abundant group, and represented 42.71% of total zooplankton. They were followed by decapod larvae (15.04%) and fish eggs and larvae (10.11%).

* El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal, Zona Ind. # 2, Carr. Chetumal-Bacalar, Apartado Postal 424, 7700 Chetumal, Q. Roo. México.

Copepods and ichthyoplankton were the most abundant at the anterior reef (45.49 and 10%, respectively). Highest densities of several epibenthic or meroplanktic groups were recorded within the reef lagoon. Several groups of demersal zooplankton increased their density during vespertine sampling; this pattern seems to be related with reproductive and dispersal strategies, feeding and protection. An overall analysis indicated differences of the reef lagoon community when compared with the fore-reef; channel zones are regarded as transitional. Differences were detected also between the matutine and vespertine communities.

Key words: zooplankton, Caribbean sea, reef.

INTRODUCCIÓN

Los arrecifes son sistemas productivos adyacentes a aguas oligotróficas; la contribución del plancton y su papel en la comunidad arrecifal no están bien comprendidos (Roman *et al.*, 1990; Morales & Murillo, 1996). Los estudios enfocados al plancton de los sistemas arrecifales proporcionan información relativa sobre la productividad primaria y secundaria, variabilidad espacio-temporal de sus componentes, patrones de migración, y aspectos del ciclo de vida de las especies.

A lo largo de las costas del Mar Caribe mexicano existe una gran variedad de ambientes (e.g. marismas, manglares, praderas de *Thalassia*, lagunas costeras, estuarios y zonas arrecifales) en los que habitan diversas comunidades faunísticas. Actualmente se conoce poco sobre las comunidades zooplánccticas que habitan los ecosistemas arrecifales del Mar Caribe y en particular de la porción mexicana. En los arrecifes de Quintana Roo, Suárez & Gasca (1990) analizaron la composición y la variación dial del zooplancton asociado a las praderas de *Thalassia* del arrecife de Puerto Morelos; Suárez *et al.* (1991) estudiaron la comunidad zooplánctica de la zona arrecifal de Mahahual-Xcalak, Suárez-Morales (1994) describió una nueva especie de copépodo en el arrecife de Puerto Morelos. Vásquez-Yeomans *et al.* (en prensa) estudiaron la dinámica del ictioplancton en la zona de Mahahual.

El sistema arrecifal de Mahahual se localiza entre los 18° 42' 26" y 18° 42' 35" N y los 87° 42' y 87° 42' 27" O. Este sistema forma parte de una cadena arrecifal que se extiende desde la porción nororiental de la península de Yucatán hasta las costas de Honduras. En Mahahual, el sistema forma una franja arrecifal estrecha con dos canales que comunican la laguna arrecifal y la zona marina. El sustrato de la laguna arrecifal es arenoso y está cubierto de praderas de pastos marinos (principalmente *Thalassia testudinum*) (Jordán, 1993). La laguna es somera, con una profundidad media de 1.5 m y una anchura de 50-100 m, los canales tiene una profundidad de 7 m, y el arrecife anterior de 9 a 11 m. El clima en esta zona es cálido subhúmedo con lluvias en verano e invierno (Gobierno del Estado, 1985).

El arrecife de Mahahual está sujeto a una creciente presión urbana, turística y pesquera (Aguilar-Perera, 1990), desde la franja arrecifal de Mahahual-Xcalak,

hasta el Banco Chinchorro. En este trabajo se presenta información básica sobre composición general, distribución y abundancia del zooplancton en la zona arrecifal de Mahahual a partir de muestreos intensos realizados durante un lapso de cuatro días (diciembre 1990-enero 1991).

METODOLOGÍA

Las muestras de zooplancton provienen de recolectas diarias matutinas (07:34-12:07) y vespertinas (17:00-19:23) efectuadas en la zona arrecifal de Mahahual, del 30 de diciembre de 1990 al 2 de enero de 1991. El área de estudio se dividió en tres zonas: la laguna arrecifal (est. 4), los canales (est. 3 y 5) y el arrecife anterior (est. 1, 2 y 6). La ubicación de las estaciones se presenta en la figura 1.

Se determinó la salinidad mediante un refractómetro Aquafauna y la temperatura superficial con un termómetro de cubeta, en cada estación.Las muestras de zooplancton se obtuvieron mediante arrastres circulares y superficiales (ca. 0.5 m de profundidad) de 10 minutos de duración. Se utilizó una red de boca cuadrada de 45 cm por lado, con una longitud de 1.50 m, y abertura de malla de 0.33 mm; se arrastró a una velocidad aproximada de dos nudos. Se adaptó un flujómetro tipo torpedo General Oceanics a la boca de la red para estimar el volumen de agua filtrado. Las muestras fueron fijadas y preservadas en una solución de formaldehído al 4%, neutralizada con una solución buffer de borato de sodio (Smith & Richardson, 1977). La biomasa zooplánctica se estimó mediante la técnica de peso húmedo (Beers, 1981); este método permite conservar el material y realizar estudios cuantitativos y cualitativos posteriores. Los organismos se identificaron con el apoyo de los trabajos de Tregouboff & Rose (1957), Smith (1977), Boltovskoy (1981) y Gasca & Suárez (1996). Las muestras fueron revisadas en su totalidad y se separaron 30 grupos; las abundancias de los organismos se estandarizaron a 1000 m^3. Con los datos de abundancia de los distintos grupos se aplicó el índice de Bray-Curtis mediante el programa software ANACOM (De la Cruz, 1994), con ligamiento de tipo flexible (Bray & Curtis, 1957). Ello permitió evaluar las afinidades de la comunidad zooplánctica local en función de las distintas zonas y de las horas de muestreo.

RESULTADOS

Hidrología. La salinidad media en el área de estudio fue de 35.69 PSU (Practical Salinity Units), con un intervalo de variación entre 34 y 38. La temperatura superficial osciló entre 26 y 28°C, con un valor medio de 26.78°C. No se observó variación en la distribución de la salinidad o de la temperatura entre las distintas zonas.

Biomasa. Los valores puntuales de biomasa zooplánctica oscilaron entre 14.79 (30 dic., 18:00h, est.4) y 143.26 mg/m^3 (1 enero, 9:58h, est. 1) a lo largo del perio-

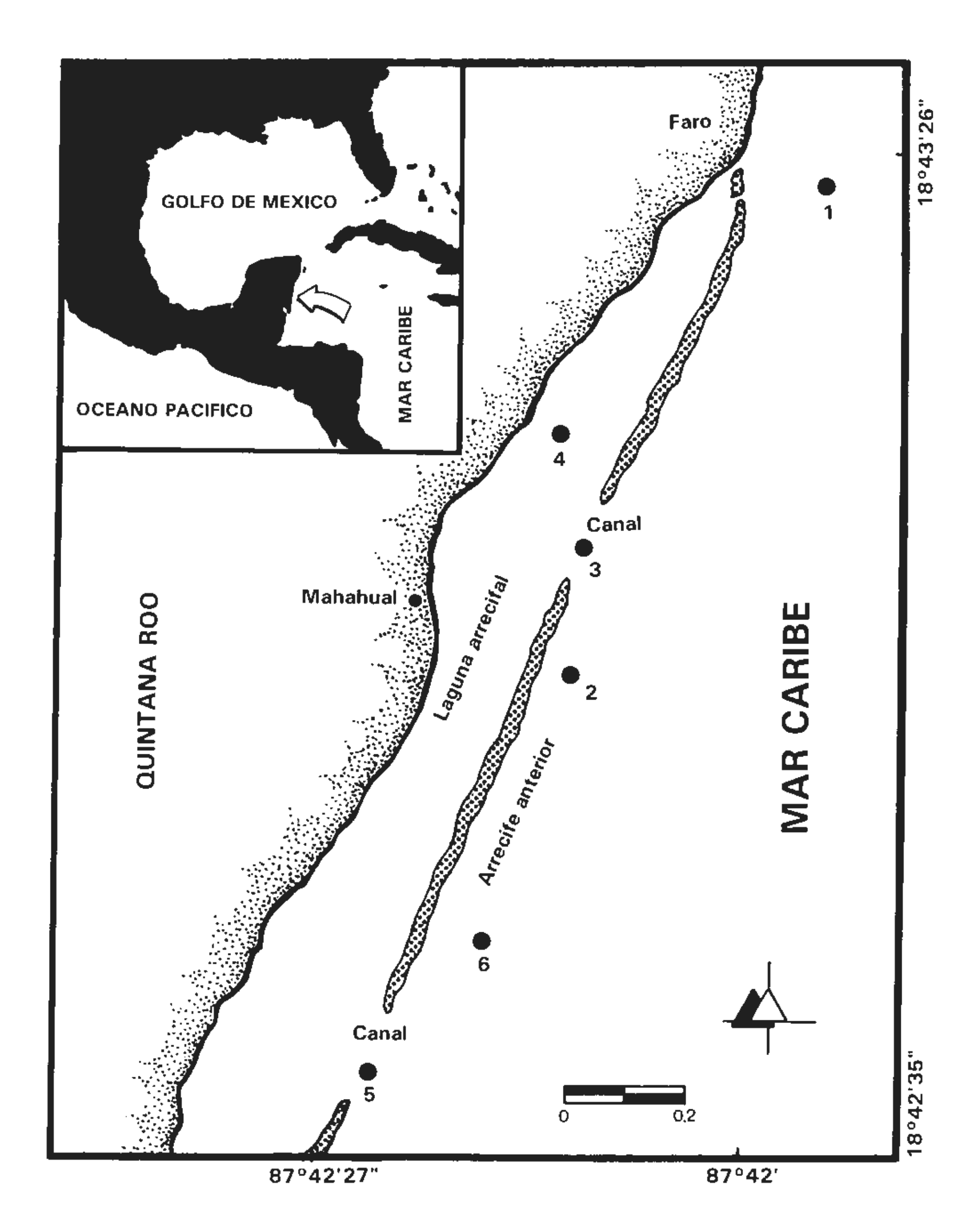


Fig. 1. Localización del área de estudio y ubicación de las estaciones de muestreo en el arrecife de Mahahual, Q. Roo.

do estudiado. Se registró su media máxima (76.88 mg/m^3) en la est. 4 (laguna arrecifal) y su mínima en la est. 3 (40.91 mg/m^3)(zona de canal). Los días 31 en la tarde y 1 en la mañana se registraron los mayores valores medios de biomasa, con 80 y 81.70 mg/m^3, respectivamente.

Abundancia. Del análisis taxonómico general del zooplancton se determinó un total de 30 grupos (Cuadro 1). El más abundante fue el de los copépodos que constituyó el 42.70% del total de los organismos; su abundancia media fue de 27 556 org./1000 m^3. La máxima abundancia de copépodos ocurrió en la est. 1 (53 198 org./1000 m^3) y la mínima en la est. 5 (4961 org./1000 m^3). Los copépodos presentaron dos picos de abundancia, con 43 695 (el día 31, en la tarde) y 47 060 org./1000 m^3 (el día 1, en la mañana), respectivamente (Fig. 2a).

El segundo grupo más abundante fue el de las larvas de decápodos, los cuales representaron el 15.03% del total, con una abundancia media de 9701 org./1000 m^3. Tuvieron sus máximas y mínimas abundancias en las estaciones 6 (20 635 org./1000 m^3) y 5 (125 org./1000 m^3), respectivamente. Los días 31 y 1 en la tarde se presentaron sus picos de máxima densidad (Fig. 2a).

El ictioplancton constituyó el 10.11%, con una abundancia media de 6524 org./1000 m^3. Se registró con menor densidad en la est. 4 (1852 org./1000 m^3) y con mayor abundancia en la est. 1 (11 073 org./1000 m^3). Presentó un máximo el día 1 en la tarde con 14 753 org./1000 m^3.

Los anfípodos y los moluscos ocuparon el cuarto y quinto lugar en abundancia, representando el 5.86 y el 5.20% del total del zooplancton recolectado, respectivamente. Los anfípodos tuvieron una abundancia media total de 3784 org./1000 m^3, con su máximo en la est. 6 (6399 org./1000 m^3). Los moluscos fueron más abundantes en la est. 6 (7610 org./1000 m^3), con un valor medio de 3358 org./1000 m^3. Sus picos de máxima abundancia por día se muestran en la figura 2a.

Otros taxa frecuentes, pero de menor abundancia fueron los sifonóforos, los sergéstidos, los quetognatos, los cumáceos y los misidáceos (Cuadro 1).

En general, las mayores abundancias totales del zooplancton se registraron en los muestreos vespertinos; su máxima abundancia ocurrió el día 31 en la tarde, con 113 922 org./1000 m^3. Casi el 60% del zooplancton fue recolectado durante los muestreos vespertinos.

Distribución. El análisis de clasificación en función de la hora del día mediante el índice de Bray-Curtis, definió dos grupos: 1) los arrastres vespertinos y el efectuado el día primero en la mañana, y 2) los matutinos (Fig. 3a). El primer grupo se caracterizó por presentar las mayores abundancias totales y las densidades extremas de anfípodos, isópodos y cumáceos; el segundo contrasta con el anterior al presentar bajas densidades totales y en particular de los tres grupos mencionados arriba.

En función de las tres zonas consideradas, el índice de Bray-Curtis definió también dos grupos: 1) estaciones ubicadas en la zona anterior del arrecife y 2) estaciones del canal y de la laguna arrecifal (Fig. 3b).

Cuadro 1. Abundancia promedio (org./1000 m^3) y relativa (%) del zooplancton de la zona arrecifal de Mahahual

Grupo\Día\Hora	30 AM	30 PM	31 AM	31 PM	01 AM	01 PM	02 AM	Abund. prom.	Abund. rel.
Foraminíferos	5.13	957.47	180.89	147.47	79.37	136.56	33.07	219.99	0.341
Medusas	85.38	168.77	38.47	100.19	148.03	76.47	254.15	124.49	0.193
Sifonóforos	1321.31	4745.43	2024.02	601.76	10400.12	603.05	3262.97	3279.81	5.083
Ctenóforos	9.82	8.12	0.00	0.00	0.00	1.23	0.84	2.86	0.004
Anémonas	22.89	0.00	0.00	0.00	12.99	21.39	5.19	8.92	0.014
Moluscos	107.67	926.61	2368.64	7375.13	3247.56	6687.03	2799.95	3358.94	5.206
Platelmintos	7.69	18.17	51.11	70.49	28.39	72.34	49.61	42.54	0.066
Nemátodos	4.22	2.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	1.14	0.002
Poliquetos*	163.97	434.63	555.84	498.73	1028.69	683.76	750.47	588.01	0.911
Picnogónidos	5.13	27.34	3.30	4.13	3.37	7.21	6.38	8.12	0.013
Cladoceros	1.64	120.58	0.00	5.44	51.45	16.82	17.14	30.44	0.047
Ostrácodos	56.12	1933.67	681.89	4105.71	157.69	640.91	77.96	1093.42	1.695
Copépodos	13182.23	24585.80	18426.79	43695.98	47060.70	17358.54	28586.66	27556.67	42.708
Estomatópodos*	3.31	155.92	41.41	197.10	15.54	22.89	2.93	62.73	0.097
Eufáusidos*	43.48	256.75	72.34	61.09	395.33	29.90	59.39	131.18	0.203
Decápodos*	782.97	13823.69	1647.67	29930.87	800.35	18823.70	2098.36	9701.09	15.035
Sergéstidos	1975.24	963.51	2215.58	1726.34	1391.86	7919.78	4279.11	2924.49	4.532
Misidáceos	138.50	1351.46	100.93	2561.71	205.17	302.97	434.81	727.94	1.028

*Larvas **Huevos

Cuadro 1. continúa.

Grupo\Día\Hora	30 AM	30 PM	31 AM	31 PM	01 AM	01 PM	02 AM	Abund. prom.	Abund. rel.
Cumáceos	27.29	7408.16	250.72	2568.57	24.06	2326.15	16.55	1803.07	2.794
Tanaidáceos	10.25	11.37	6.37	4.62	1.17	3.78	3.58	5.88	0.009
Isópodos	106.28	910.78	114.50	912.52	58.63	564.65	81.20	392.65	0.609
Anfípodos	60.88	7456.26	287.91	13328.71	226.18	4999.68	129.14	3784.11	5.865
Braquiópodos	0.00	0.00	12.24	3.95	2.73	4.75	0.00	3.38	0.005
Sipuncúlidos	0.00	0.00	0.00	0.00	2.33	0.00	0.00	0.33	0.001
Equinodermos*	4.20	3.75	1.01	1.32	2.20	2.38	4.27	2.73	0.004
Quetognatos	1117.15	888.04	2341.51	1173.83	930.54	2365.35	2998.91	1687.90	2.616
Salpas	11.45	96.51	4.39	21.06	287.04	176.42	56.51	93.34	0.145
Apendicularias	664.61	111.02	574.03	89.85	131.49	452.83	508.13	361.71	0.561
Anfioxos	0.00	0.00	0.00	1.32	0.00	0.00	0.00	0.19	0.000
Peces**	4429.36	8679.22	1185.40	4419.49	7123.49	13647.76	3535.77	6145.75	9.525
Peces*	62.39	108.88	72.88	315.05	94.13	1106.76	894.33	379.20	0.588
Total	24410.55	76154.82	33259.82	113922.40	73910.57	79054.88	50948.22	64523.04	100.000

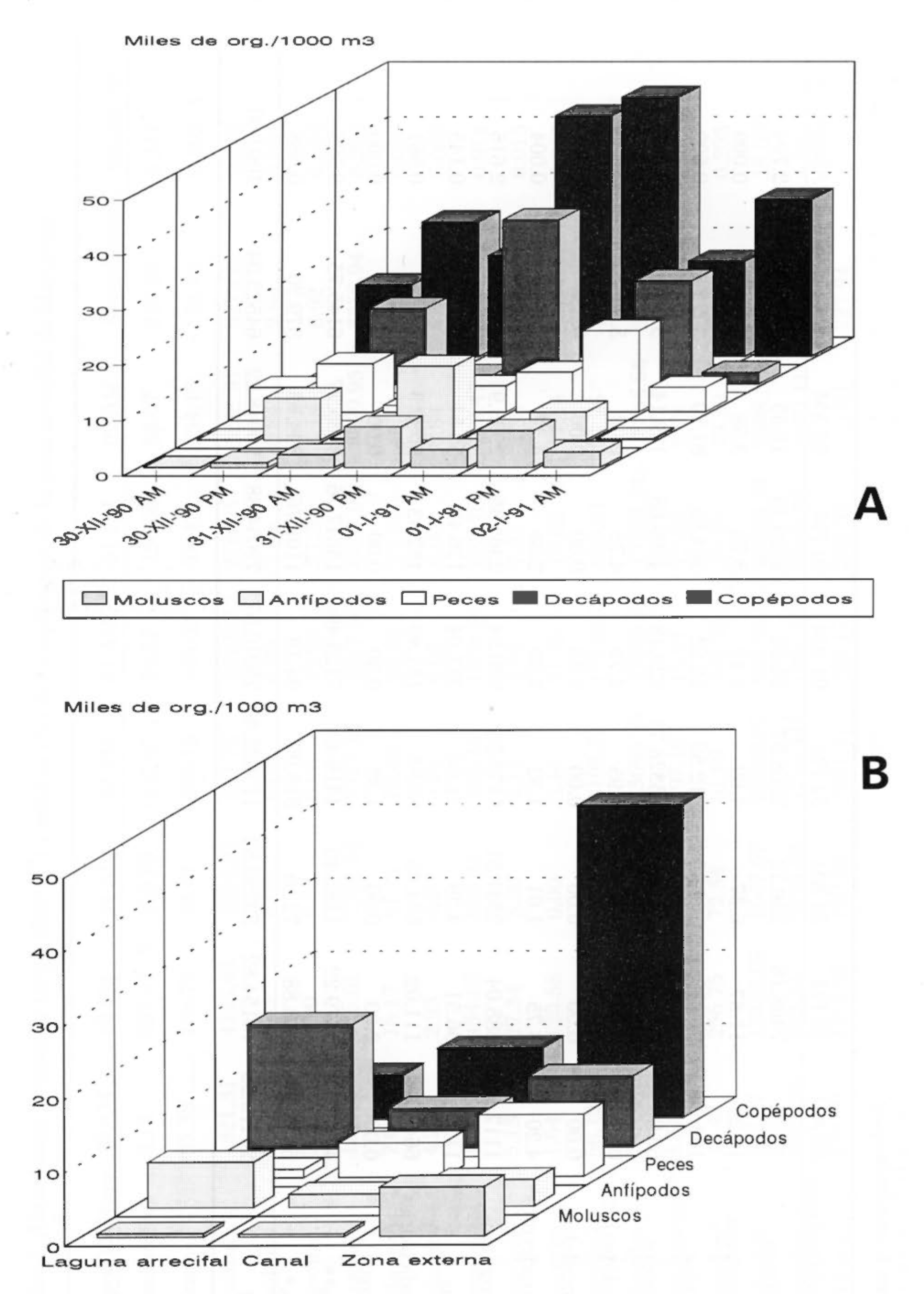


Fig. 2. Variación de los cinco grupos de organismos más abundantes (org./1000 m^3) del zooplancton en el arrecife de Mahahual: a) por día y b) por zonas.

A

0.664

0.241

30/AM 31/AM 02/AM 30/PM 01/PM 31/PM 01/AM

B

0.918

0.152

ZE ZE ZE CAN LAG CAN

Fig. 3. Dendrograma obtenido mediante el índice de Bray-Curtis (ligamiento flexible). a) por día y b) por zonas (ZE: zona externa, CAN: canal, LAG: laguna arrecifal).

Considerando las distintas zonas se encontró que los copépodos presentaron sus máximas abundancias medias en el arrecife anterior, con 93 572 org./1000 m^3 y las menores en la laguna arrecifal (5985 org./1000 m^3). Las mayores abundancias medias de las larvas de decápodos se registraron en la laguna arrecifal con 16918 org./1000 m^3; las mínimas se observaron en la zona del canal (5451 org./1000 m^3) (Fig. 2b). Los huevos y larvas de peces mostraron abundancias medias elevadas en la zona externa y en el canal (Fig. 2b). En el arrecife anterior los huevos de peces fueron un 82.8% más abundantes que las larvas. En la laguna arrecifal las larvas fueron más abundantes que en el arrecife anterior. En general, las larvas representaron el 37.65% y los huevos el 62.35% del ictioplancton recolectado.

Los anfípodos, al igual que las larvas de decápodos, fueron más abundantes en la laguna arrecifal con una media de 6189 org./1000 m^3 y menos abundantes en las zonas de canal (1761 org./1000 m^3). Se observaron las mayores abundancias de moluscos en el arrecife anterior (Fig. 2b).

DISCUSIÓN

En el zooplancton de la zona arrecifal de Mahahual los cinco grupos más abundantes fueron los copépodos, las larvas de decápodos, los huevos y larvas de pez, los anfípodos y los moluscos. Esto es similar a lo informado para el arrecife de Mahahual-Xcalak por Suárez *et al.* (1991), quienes registraron a copépodos, quetognatos, ictioplancton, larvas de decápodos y sifonóforos como los taxa que dominaron el zooplancton local durante agosto de 1990. En el arrecife de Puerto Morelos, al norte del litoral Caribe de México, Suárez y Gasca (1990) consideraron como grupo dominante a los anfípodos, seguidos por las larvas de decápodos y los copépodos. Estas diferencias en la proporción de la abundancia de distintos grupos pueden deberse a incrementos en la densidad de organismos epibénticos en las muestras debido a lo somero del arrastre; también puede asociarse al efecto del meroplancton, que en zonas arrecifales suele tener pulsos temporales de gran densidad (Morales & Murillo, 1996).

La densidad media de zooplancton en las muestras de Mahahual (64 523 org./1000 m^3) es considerablemente menor que la encontrada en otras zonas arrecifales del Mar Caribe (700 000/1000 m^3: Moore y Sander, 1976; 390 000 org./1000 m^3 : Ferraris, 1982), de Costa Rica (644 000 org./1000 m^3: Morales & Murillo, 1996), y de Australia (7 000 000 org./1000 m^3: McKinnon & Thorrold, 1993). Estas bajas densidades pueden explicarse por el tipo de arrastre (superficial) y por la hora en que se realizó la mayor parte del muestreo, ya que muchos zoopláncteres permanecen cerca del fondo (Alldredge & King, 1985).

La dominancia local de los copépodos (43.38%) coincide con los datos de Ferraris (1982) para el arrecife de Carrie Bow, Belice, donde estos crustáceos representaron el 53 %. Sin embargo, estos valores son menores a lo observado por Suárez *et al.* (1991) para Mahahual-Xcalak (71%). En general, los copépodos son

el grupo dominante del zooplancton asociado con arrecifes (Moore & Sanders, 1976; Vaissiere & Seguin, 1984; Morales & Murillo, 1996).

Para Carrie Bow, Ferraris (1982) encontró que los copépodos representaron el 53 % y el 52.7 % del zooplancton en la laguna arrecifal y en la zona oceánica, respectivamente. En Mahahual-Xcalak los copépodos fueron abundantes tanto en la laguna (72%) como en la zona oceánica (70.67%)(Suárez *et al.*, 1991). En el área estudiada, los copépodos constituyeron sólo el 14.44% en la laguna arrecifal y el 45.49% en el arrecife anterior. Así, en estas zonas la importancia relativa del grupo tiene variaciones, que pueden estar asociadas con fenómenos como las agregaciones, la distribución en parches y el efecto de acumulación de los flujos turbulentos (Hamner & Haury, 1981; Omori & Hamner, 1982). La diferencia entre la abundancia relativa de los copépodos en la laguna arrecifal y la zona externa puede estar asociada con la densidad local del meroplancton y del epibentos en la laguna arrecifal, un ambiente que ofrece refugio a este tipo de fauna y que es considerablemente más productivo que la zona anterior del arrecife (Emery, 1968; Charpy-Roubaud *et al.*, 1988).

Un factor que posiblemente influyó en la alta abundancia relativa de larvas de decápodos registrada en Mahahual (15% del zooplancton) es la actividad reproductiva de los decápodos. Estos crustáceos han sido registrados como dominantes también en las bahías de la Ascensión y de Chetumal, que han sido consideradas zonas de crianza para las larvas (Suárez & Gasca, 1990; Gasca & Castellanos, 1993). La abundancia local de larvas de decápodos podría estar asociada también con el ingreso de adultos que habitan en bahías y zonas costeras, y que desovan en la zona arrecifal. Adicionalmente, se sabe que las larvas de decápodos tienen la capacidad de migrar desde ambientes costeros-estuarinos hacia la zona oceánica (Sánchez-Ortiz & Gómez-Gutiérrez, 1992), lo que les permitiría desarrollarse en el arrecife. Las praderas de *Thalassia testudinum*, los parches arrecifales y la zona intermareal son refugio de una gran variedad de crustáceos (Ledoyer, 1986; Solís-Weiss & Carreño, 1986). Ello podría estar asociado con la elevada abundancia relativa (40.83%) de sus larvas en el zooplancton de la laguna arrecifal de Mahahual, que disminuyó en el canal y en el arrecife anterior. Ferraris (1982) señaló que las larvas de crustáceos fueron considerablemente más abundantes en la laguna que en la región oceánica del cayo Carrie Bow. Estas larvas fueron más abundantes durante el atardecer en Mahahual. También fueron observadas con mayor abundancia entre las 19:00-00:00 horas en la laguna arrecifal de Puerto Morelos (Suárez & Gasca, 1990). La presencia y mayor abundancia de larvas de decápodos, poliquetos y cumáceos durante las horas nocturnas en los arrecifes se debe a factores como la migración, reproducción y alimentación (Emery, 1968). Estos patrones de migración vertical constituyen parte de una estrategia para buscar mejores sitios para su desarrollo (Alldredge & King, 1980; Porter & Porter, 1977; Sánchez-Ortiz & Gómez-Gutiérrez, 1992). Así, el zooplancton arrecifal se incrementa notablemente al atardecer por la integración del zooplancton demersal y del meroplancton a la columna de agua (Madhupratap *et al.*, 1991).

Los huevos y larvas de peces (ictioplancton) también constituyeron una fracción importante del zooplancton de Mahahual (10.11%), lo que coincide con lo observado por Suárez *et al.* (1991), quienes señalaron que el ictioplancton ocupó el tercer lugar de abundancia (7.9 %) del zooplancton en Mahahual-Xcalak. A diferencia de nuestro estudio, donde tanto huevos como larvas se encontraron con mayor abundancia en la zona externa del arrecife, Ferraris (1982) señaló que los huevos de pez fueron más abundantes en la laguna de Carrie Bow. Suárez *et al.* (1991) y Suárez & Gasca, (1990) registraron máximas densidades de larvas en la laguna arrecifal de Mahahual-Xcalak y Puerto Morelos, respectivamente. González-Malpica (1991) encontró mayores abundancias de ictioplancton en el arrecife anterior y menores en la zona del canal, frente a Punta Allen, Quintana Roo. La asociación entre el ictioplancton y las zonas arrecifales pueden estar determinadas por estrategias en que ciertas especies liberan sus huevos en ciertas zonas que representan ventajas para su supervivencia (Lobel, 1989). La notable predominancia de los huevos de peces en el arrecife anterior se explica como una estrategia de dispersión, pues es en esta zona expuesta en la que hay más posibilidades de que estos huevecillos sean transportados pasivamente a otras áreas (Johannes, 1978; Vásquez-Yeomans *et al.*, en prensa).

Los anfípodos fueron más abundantes durante los muestreos vespertinos (Cuadro 1) y en la laguna arrecifal. Esto coincide con lo encontrado en distintos sistemas por Ferraris (1982), Hobson & Chess (1986) y Suárez & Gasca (1990). Las altas densidades vespertinas y nocturnas de anfípodos en la columna de agua y en la laguna arrecifal se asocian con migración, depredación, enjambramientos y cambios en la intensidad de la luz (Alldredge & King, 1980). Este efecto está asociado también a la estrecha interación entre el zooplancton y el epibentos en zonas someras (Morales & Murillo, 1996) y/o a la suspensión de organismos epibénticos por la operación del instrumento de muestreo. En general, el zooplancton arrecifal se incrementa notablemente al atardecer y en la noche por la integración del epibentos y el zooplancton demersal a la columna de agua (Alldredge & King, 1980; Madhupratap *et al.*, 1991).

Los moluscos pelágicos de Mahahual fueron más abundantes durante la tarde y en el arrecife anterior; sin embargo Ferraris (1982) no encontró diferencias entre las abundancias del grupo en la laguna y el arrecife anterior en Carrie Bow. Dado que este grupo es de clara afinidad oceánica, su predominancia en la zona anterior del arrecife es predecible. En el arrecife anterior fueron más abundantes las formas océanicas (medusas, sergéstidos, eufáusidos, quetognatos, apendicularias y salpas); esto concuerda con los registros de Suárez *et al.* (1991). Algo similar ocurre en el caso de los sifonóforos; su predominancia en el arrecife anterior concuerda con lo encontrado por Ferraris (1982) y por Suárez *et al.* (1991). Aparentemente, la abundancia de sifonóforos y de los otros grupos de origen oceánico en esta zona arrecifal es esperable debido a la dinámica hidrológica a lo largo de la costa, en la que los elementos derivantes tienden a ser transportados hacia la costa (Merino, 1986). La influencia oceánica es muy evidente a lo largo del litoral de

Quintana Roo debido también a lo angosto de la plataforma (Suárez & Gasca, 1996).

Se detectaron diferencias en la abundancia total y la composición del zooplancton entre las zonas. En la laguna arrecifal se encontraron las mayores densidades de organismos asociados con el bentos (cumáceos, equinodermos, tanaidáceos, anfípodos, ostrácodos, larvas de decápodos); éstos se desprenden de las praderas de *Thalassia* (Suárez & Gasca, 1990) y de las formaciones de coral (Alldredge & King, 1980) ya que utilizan estos sustratos como zonas de alimentación, protección y reproducción (Porter & Porter, 1977; Yáñez-Arancibia, 1986).

En la zona del canal se encontraron las menores abundancias de varios grupos (sifónoforos, moluscos, decápodos, quetognatos, apendicularias, anfípodos); esta zona se considera de transición, porque en ella se dan intensos procesos de flujo y reflujo que impiden la permanencia del zooplancton en estas áreas. Este efecto responde a los modelos de variabilidad en la distribución espacial del zooplancton (Power, 1996).

La separación de los muestreos matutinos y vespertinos señalada por el índice de Bray-Curtis se atribuye al incremento de organismos asociados con el bentos durante los muestreos de la tarde. La separación de los muestreos matutinos del día 1 de enero, en la mañana, se debe a una extraordinaria densidad puntual de sifonóforos y a la presencia de poliquetos y salpas.

Los resultados de este mismo Índice respecto a las zonas, apoyan lo que ya sugieren los datos de densidad, que la laguna arrecifal y la zona externa constituyen ambientes distintos que tienen comunidades zooplánccticas con características propias. La zona del canal, como se ha visto en otros estudios (González-Malpica, 1991; Vásquez-Yeomans *et al.*, en prensa) representa una zona de transición con influencia oceánica variable en función de la ubicación del frente oceánico.

Los valores de biomasa observados en Mahahual (14.79-143.26 mg/m^3), son superiores a los señalados para la laguna arrecifal y arrecife anterior (1-75 mg/m^3) frente a la bahía de la Ascensión (Suárez & Gasca, 1994), y similares al intervalo registrado en la bahía de la Ascensión (20-125 mg/m^3) (Gasca *et al.*, 1994) y en la zona oceánica del Mar Caribe mexicano (Bogdánov *et al.*, 1969). Las biomasas medias, estimadas para la laguna y el arrecife anterior (76.88 y 71.06 mg/m^3, respectivamente), son superiores a las registradas en la zona del canal (43 mg/m^3); estas diferencias de biomasa con respecto a la zona de los canales son debidas a los procesos hidrográficos mencionados para esta área.

LITERATURA CITADA

AGUILAR-PERERA, A. 1990. Preliminary observations of the spawning aggregation of Nassau grouper, *Epinephelus striatus* at Mahahual, Quintana Roo, Mexico. *Gulf Carib. Fish. Inst.* 112-122 pp.

ALLDREDGE, A. & J.M. KING. 1980. Effects of moonlight on the vertical migration patterns of demersal zooplankton. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* *44*:133-156.

ALLDREDGE, A. & J.M. KING. 1985. The distance demersal zooplankton migrate above the benthos: implications for predation. *Mar. Biol. 84*:253-260.

BEERS, J.R. 1981. Determinación de la biomasa del zooplancton. *In*: D. Boltovskoy (ed). *Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino.* Publicación Especial, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Mar del Plata, pp. 133-141.

BOGDÁNOV, D.V., V.A. SOKOLOV & N.S. JROMOV. 1969. Regiones de alta productividad biológica y pesquera en el Golfo de México y el Mar Caribe. *Okeanologia 8*:371-381.

BOLTOVSKOY, D. (ed.). 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino.* INIDEP, Mar del Plata, 936 p.

BRAY, J.R. & J.T. CURTIS. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs 27*:325-349.

CHARPY-ROUBAUD, C. J., L. CHARPY & L. LEMASSON, 1988. Benthic and planktonic primary production of an open atoll lagoon (Tikehau, French Polinesia). *Proceedings of the Sixth International Coral Reef Symposium,* Australia, 2, pp. 551-556.

DE LA CRUZ, G. 1994. Sistema para el análisis de comunidades (ANACOM). CINVESTAV, Mérida, Yucatán. 99 pp.

EMERY, A.R. 1968. Preliminary observations on coral reef plankton. *Contrib. Inst. Mar. Sci. 924*:293-303.

FERRARIS, J.D. 1982. Surface zooplankton at Carrie Bow Cay, Belize. *In*: K. Rützler & I.G. Macintyre (eds). The Atlantic Barrier reef ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize, I. Structure and communities. *Smithsonian Contrib. Mar. Sci. 12*:143-151.

GASCA, R. & E. SUÁREZ-MORALES (eds.). 1996. *Introducción al estudio del zooplancton marino.* CONACYT/ECOSUR. México, D. F. 711 pp.

GASCA, R. & I. CASTELLANOS. 1993. Zooplancton de la Bahía de Chetumal, Mar Caribe, México. *Rev. Biol. Trop. 41*(3):619-625.

GASCA, R., E. SUÁREZ & L. VÁSQUEZ-YEOMANS. 1994. Estudio comparativo del zooplancton (biomasa y composición) en dos bahías del Mar Caribe Mexicano. *Rev. Biol. Trop. 42*(3):595-604.

GOBIERNO DEL ESTADO. 1985. *Monografía del estado de Quintana Roo.* Gobierno del Estado, Chetumal, Q. Roo. 172 p.

GONZÁLEZ-MALPICA, J.C. 1991. *Comparación del ictioplancton en tres hábitats arrecifales frente a Punta Allen, Q. Roo.* Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, México, D. F. 61 p.

HAMNER, W.M. & I.R. HAURY. 1981. Effects of island mass: water flow and plankton pattern around a reef in the Great Barrier lagoon, Australia. *Limnol. Oceanogr. 26*(6):1084-1102.

HOBSON, E.S. & J.R. CHESS. 1986. Diel movements of resident and transient zooplankters above lagoon reefs at Enewetak Atoll, Marshall Islands. *Pacific Sci. 40*(1- 4):7-26.

JOHANNES, R.E. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Envir. Biol. Fish. 3*:65-84.

JORDÁN, E. 1993. *Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe Mexicano. Parte I. El sistema continental.* Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO)/Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México. 110 pp.

LEDOYER, M. 1986. Fauna móvil de los pastos de fanerógamas marinas (*Halodule* y *Thalassia*) de la Laguna de Términos (Campeche, México). I. Los carideos (Crustacea: Decapo-

da) y aspectos sobre la fauna global. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 13*(3):131-145.

LOBEL, P.S. 1989. Ocean current variability and the spawning season of Hawaiian reef fishes. *Env. Biol. Fish., 24*:161-171.

MADHUPRATAP, M., C.T. ACHUTHAN-KUTTY & S.R. SREEKUMARAN-NAIR. 1991. Estimates of high absolute densities and emergence rates of demersal zooplankton from the Agatti Atoll, La Laccadives. *Limnol. Oceanogr. 36*(3):585-588.

MCKINNON, A.D. & S.R. THORROLD. 1993. Zooplankton community structure and copepod egg production in coastal waters of the central Great Barrier Reef lagoon. *J. Plankton Res. 15*:1387-1411.

MERINO, M. 1986. Aspectos de la circulación costera superficial del Caribe Mexicano con base en observaciones utilizando tarjetas de deriva. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México 13*(2):31-46.

MOORE, E. & F. SANDER. 1976. Quantitative and qualitative aspects of the zooplankton and breeding patterns of copepods at two Caribbean coral reef stations. *Est. Coast. Mar. Sci. 4*:589-607.

MORALES, A.R. & M.M. MURILLO. 1996. Distribution, abundance and composition of coral reef zooplankton, Cahuita National Park, Limon, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop. 44*(2):619-630.

OMORI, M. & W.M. HAMNER. 1982. Patchy distribution of zooplankton: behaviour, population assessment, and sampling problems. *Mar. Biol.* 72:193-200.

PORTER, J.W. & K.G. PORTER. 1977. Quantitative sampling of demersal plankton migrating from different coral reef substrates. *Limnol. Oceanogr. 22*(3):553-556.

POWER, J.H. 1996. Simulations of the effect of advective-diffuse processes on observations of plankton abundance and population rates. *J. Plankton Res. 18*(10):1881-1896.

ROMAN, M.R., M.J. FURNAS & M.M. MULLIN. 1990. Zooplankton abundance and grazing at Davies Reef, Great Barrier Reef, Australia. *Mar. Biol. 105*:75-82.

SÁNCHEZ-ORTIZ, C.A. & J. GÓMEZ-GUTIÉRREZ. 1992. Distribución y abundancia de los estadios planctónicos de la jaiba *Callinectes bellicosus* (Decapoda: Portunidae), en el Complejo Lagunar Bahía Magdalena, B.C.S., México. *Rev. Inv. Cient.3*(1):47-60.

SMITH, D.L. 1977. *A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae.* Kendall/Hunt, Iowa. 161 p.

SMITH, P.E. & S.L. RICHARDSON. 1977. *Standard techniques for pelagic fish egg and larvae surveys.* FAO Fish, Tech. Pap. 175, Rome.

SOLÍS-WEISS, V. & S. CARREÑO. 1986. Estudio prospectivo de la macrofauna béntica asociada a las praderas de *Thalassia testudinum* en la Laguna de Términos, Campeche, México. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 13*(3):201-216.

SUÁREZ-MORALES, E. 1994. *Monstrilla elongata*, a new monstrilloid copepod (Crustacea:Monstrilloida) from a reef lagoon of the Caribbean coast of Mexico. *Proc. Biol. Soc. Wash. 107*(2):262-267.

SUÁREZ, E. & R. GASCA. 1990. Variación dial del zooplancton asociado a praderas de *Thalassia testudinum* en una laguna arrecifal del Caribe mexicano. *Universidad y Ciencia* 7(13):57-64.

SUÁREZ, E. & R. GASCA. 1994. Zooplankton biomass fluctuations in a mexican Caribbean Bay (Babia de la Ascension) during a year cycle. *Carib. J. Sci. 30*(1-2):116-123.

SUÁREZ, E. & R. GASCA. 1996. Planktonic copepods of Bahia de la Ascension, Caribbean coast of Mexico: a seasonal survey. *Crustaceana 69*(2):162-174.

SUÁREZ-MORALES, E., R. GASCA, L. VÁSQUEZ-YEOMANS, R.M. HERNÁNDEZ, A. GONZÁLEZ & I. CASTELLANOS. 1991. Fauna Planctónica. *In*: T. Camarena-Luhrs & S. Salazar-Vallejo (eds). *Estudios ecológicos preliminares de la zona sur de Quintana Roo*. CIQRO. Chetumal, Q. Roo, pp. 92-116.

TREGOUBOFF, G. & M. ROSE. 1957. *Manuel de Planctologie Mediterranéenne. Tome I.* Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 202 p.

VAISSIERE, R. & G. SEGUIN. 1984. Initial observations on the zooplankton microdistribution of the fringing coral reef at Aqaba (Jordan). *Mar. Biol.* 83:1-11.

VÁSQUEZ-YEOMANS, L., U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ & E. SOSA-CORDERO. Fish larvae adjacent to a coral reef in the western Caribbean Sea off Mahahual, Mexico. *Bull. Mar. Sci. 61*(2) (en prensa).

YAÑEZ-ARANCIBIA, A. 1986. *Ecología de la zona costera: Análisis de siete tópicos.* AGT, México, D. F. 189 p.